

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 8月20日

出願番号  
Application Number:

特願2002-239053

[ST.10/C]:

[JP2002-239053]

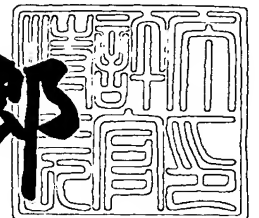
出願人  
Applicant(s):

シャープ株式会社

2003年 6月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3043034

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1021175  
【提出日】 平成14年 8月20日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 5/028  
H01L 21/203  
【発明者】

---

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株  
式会社内

【氏名】 横田 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

---

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザ素子の端面保護膜として半導体レーザ素子結晶の少なくとも一方に接して形成された酸化シリコン膜を有することを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項 2】 酸化シリコン膜を形成する酸化シリコンの屈折率が 1.6 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 3】 酸化シリコン膜の外側に別の膜を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 4】 別の膜を形成する材料がアルミナであることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 5】 酸化シリコン膜の膜厚が 0.5 nm ～ 20 nm であることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザ装置。

【請求項 6】 半導体レーザ素子の主射出面の反射率が 11% ～ 17%、後面の反射率が 85% 以上であることを特徴とする請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 請求項 5 のいずれかに記載された半導体レーザ装置を製造する方法であって、酸化シリコン膜が抵抗加熱蒸着法により成膜されることを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【請求項 8】 請求項 3 ～ 請求項 5 のいずれかに記載された半導体レーザ装置を製造する方法であって、酸化シリコン膜と別の膜とが一つのチャンバー内で成膜を行なうことを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、端面に高い信頼性を有する保護膜を用いた半導体レーザ装置およびその製造方法に関するものである。

【0002】

## 【従来の技術】

図 6 に従来の代表的な半導体レーザ装置の概略図を示す。ここで、1 はレーザチップ、2 はレーザチップ活性層を示す。図 6 に示すように、従来の半導体レーザ装置の多くは、レーザチップ 1 の主出射面側 1 a と後面側 1 b に等しい反射率を有するアルミナ ( $Al_2O_3$ ) 膜 1 0 0 h とアルミナ膜 1 0 1 h をそれぞれ設けている。

## 【0 0 0 3】

また、図 7 に従来の代表的な光出力 2 0 mW 以上の高出力レーザ装置の概略図を示す。図 7 に示すように、一般的には主出射面（全面）からの光出力  $P_f$  を高くするために、主出射面側 1 a を保護膜が無い場合の反射率より小さい低反射、後面側 1 b を保護膜が無い場合の反射率より大きい高反射となるように設計している。

## 【0 0 0 4】

たとえば、主出射面側 1 a のアルミナ膜 1 0 0 h の反射率は約 1 7 % 以下に設定され、この反射率に対応する膜厚は約 6 7 ~ 1 7 7 nm となる。また、後面側 1 b の後面側保護膜 1 0 1 は、レーザチップ 1 の屈折率より大きい膜を用いても、1 層では十分高い反射率が得られないため、第 1 層および第 3 層の保護膜として厚さ  $\lambda/4$  ( $\lambda$  はレーザ波長) のアルミナ膜 1 0 1 b、第 2 層および第 4 層の保護膜として厚さ  $\lambda/4$  のアモルファスシリコン膜 1 0 1 c を交互に積層する。最後に、第 5 層として厚さ  $\lambda/2$  のアルミナ膜 1 0 1 d を積層する。これにより、約 8 5 % 以上の高反射率の保護膜を形成することが可能になる。

## 【0 0 0 5】

次に、半導体レーザチップのへき開から光出射端面に上述したような反射率を有する保護膜を形成する一連の工程について以下に説明する。図 9 ~ 図 1 1 は、半導体レーザ装置における保護膜形成方法の説明図である。

## 【0 0 0 6】

図 9 に示すように、p、n の電極 4、5 が形成された半導体レーザウエハ 3 の特定素子の電極 4 と隣接する素子の電極 4' の間へ発光部（チャネル）1 0 と直交する方向にへき開線 1 1 をスクライブにより形成した後、図 1 0 に示すように

、半導体レーザウエハ 3 をへき開によってレーザバー（バー状態のレーザチップをいう）1 2 の状態にする。次に、図 1 1 に示すように、レーザバー 1 2 をレーザバー固定装置 1 3 に電極面を重ねるようにセットする。このとき、すべてのレーザバーにおいて、レーザバー 1 2 の主出射面側 1 a および後面側 1 b がそれぞれ同じ向きとなるようにセットする。次に、レーザバー固定装置 1 3 に固定されたレーザバー 1 2 の光出射端面に所定の反射率を有する保護膜の形成を行なう。この場合、一般的に真空蒸着装置が用いられる。

---

【0 0 0 7】

蒸着によってレーザチップの端面保護膜を形成する場合、蒸着開始直後より保護膜の材料であるアルミナから分解発生する酸素分子の分圧が高くなる。この酸素が、レーザ端面と衝突あるいは結びつくことによって、レーザ端面にダメージを与える可能性が高い。また、レーザチップ活性層およびその近傍層がアルミニウム原子を含んでいる組成の場合、そのダメージはさらに大きくなると考えられる。このような半導体レーザを高出力で動作させると、必要とする信頼性が得られない場合があった。

【0 0 0 8】

図 8 に、別の従来の高出力半導体レーザ装置の概略図を示す。図 8 では、高出力タイプレーザの信頼性向上のために、光出射端面の保護膜としてシリコン膜 1 0 0 i がアルミナ蒸着より先に形成されている。この場合、放熱性の向上ばかりでなく、蒸着時の材料分解による酸素の発生がないシリコン膜 1 0 0 i を先に形成することで、蒸着開始直後より酸素分圧が低い状態でレーザバーの端面近傍の成膜が行なえるため、前述した端面近傍でのダメージを抑えることができる。

【0 0 0 9】

また、シリコン膜 1 0 0 i 内でのリーク電流発生によるレーザ発振特性への悪影響を防止するために、該シリコン膜の厚さを 4 n m（好ましくは 0. 5 ～ 3 n m）以下とした技術もある（特開 2 0 0 2 - 1 6 4 6 0 9 号）。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、図 8 のように、レーザチップ 1 の主出射面側 1 a にシリコン膜 1 0 0

i を形成した場合、シリコン膜 1 0 0 i での光吸収が起こり、該シリコン膜の膜厚のバラツキによる COD（光学損傷；Catastrophic Optical Damage）レベルの低下が生じる可能性がある。

#### 【0 0 1 1】

また、図 1 2 に示すように、電極 5 に使用されている Au とシリコン膜 1 0 0 i の Si とが反応を起こし、主射出面側 1 a の端面に Si と反応した Au 6 が拡散する場合がある。発光点位置 2 a を越えて Si と反応した Au 6 が存在する場合、拡散した Au でのリーク電流が発生しやすくなり、レーザ素子の発振特性に悪影響を及ぼす場合がある。また、電子線ビーム（EB）蒸着法では、端子にダメージを与え、COD レベルの低下が生じる可能性がある。

#### 【0 0 1 2】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明にかかる半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子の端面保護膜として半導体レーザ素子結晶の少なくとも一方に接して形成された酸化シリコン膜を有することを特徴とする。ここで、前記酸化シリコン膜の屈折率が 1.6 以上であることが好ましい。また、前記酸化シリコン膜の外側に別の膜を形成すること、また該別の膜としてアルミナを用いることが好ましい。また、前記酸化シリコン膜の膜厚は 0.5 nm ～ 20 nm であることが好ましい。さらに、半導体レーザ素子の前端面の反射率は 11 % 以上 17 % 以下、後端面の反射率が 85 % 以上であることが好ましい。

#### 【0 0 1 3】

本発明にかかる半導体レーザ装置の製造方法は、前記半導体レーザ装置において前記酸化シリコン膜は抵抗加熱蒸着法で成膜することを特徴とする。また、半導体レーザ装置において前記酸化シリコン膜と前記別の膜とを 1 つのチャンバー内で成膜を行なうことを特徴とする。

#### 【0 0 1 4】

##### 【発明の実施の形態】

本発明にかかる半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子の端面保護膜として半導体レーザ素子結晶の少なくとも一方に接して形成された酸化シリコン膜を有す

る。酸化シリコンは、シリコン膜に比べて、レーザ光の消衰係数が小さいため膜厚のバラツキによるCODレベルの低下が生じにくいからであり、またAu電極と反応しにくいためリーク電流が発生しにくくレーザ素子の発振特性に悪影響を及ぼさないからである。また、酸化シリコンは、アルミナに比べて、蒸着時の酸素の発生が少ないため、レーザ端面へのダメージが少なくレーザ素子の信頼性を向上できるからである。

## 【0015】

前記酸化シリコンの屈折率が1.6以上であることは、好ましい実施形態である。酸化シリコンには、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}$ 等種々の化学組成を有するが、酸素含有量が少なくなるほど屈折率が大きくなるとともに酸素透過性が減少し、蒸着時の酸素の発生が少なくなるためである。たとえば、 $\text{SiO}_2$ の屈折率は1.49程度であり、 $\text{SiO}$ の屈折率は1.7程度である。そして、屈折率で1.60以上になる化学組成を有する酸化シリコンであれば、蒸着時の酸素の発生を十分に抑制することができるからである。

## 【0016】

また、前記酸化シリコン膜の外側に別の膜を形成することも、好ましい実施形態である。内側に存在する前記酸化シリコン膜によりレーザ素子の信頼性を向上できるとともに、外側に存在する別の膜によって光学的設計の多様化を図ることができるからである。

## 【0017】

ここで、別の膜としては、レーザ端面を保護しレーザ透過性を有する膜であれば、酸化シリコンのみならずシリコンアルミナ等材料に限定されることなく使用することができるが、出射光波長に対して光学的に透明で絶縁性、耐熱性に高いアルミナを用いることが好ましい。

## 【0018】

ここで、内側の酸化シリコン膜の膜厚は、0.5nm～20nmであることが好ましい。膜厚が0.5nm未満であると外側の膜形成の際にレーザ端面にダメージを与える場合があり、膜厚が20nmを超えると膜内におけるレーザ光吸収増加によるCODの低下やレーザ出力低下を生じる場合があるからである。



## 【 0 0 1 9 】

また、主出射面の反射率が 1 1 % ~ 1 7 %、後面の反射率が 8 5 % 以上であることは好ましい実施形態である。主出射面からのレーザ光出力  $P_f$  を向上させるため、主出射面の反射率は小さく、後面の反射率を大きく設計することにより、後面側に出射される光量を少なくし主出射面側に出射される光量を増すことができるからである。また、出射面の反射率が小さすぎると戻り光によるノイズが問題となるからである。

## 【 0 0 2 0 】

また、半導体レーザ装置を製造する際の成膜方法に特に制限はないが、上記酸化シリコン膜が抵抗加熱蒸着法により成膜されることは好ましい製造方法である。ここで、抵抗加熱蒸着法とは、真空蒸着法的一种であって、抵抗加熱体（ヒータ）に電流を流し、発生したジュール熱により蒸着材料を加熱、蒸発させ、基板上に膜を形成する方法をいう。真空蒸着法には、抵抗加熱蒸着法その他、蒸着材料に電子線（電子ビーム）を照射することによって蒸着材料を加熱、蒸発させ、基板上に膜を形成させる電子ビーム加熱蒸着、高周波誘導によって蒸着材料を加熱、蒸発させ、基板上に膜を形成させる誘導加熱蒸着法があり、これらの方法を用いることもできるが、成膜時に基板に与えるダメージが最も少ない点で、抵抗加熱法が好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

さらに、半導体レーザ装置の製造において上記酸化シリコン膜と別の膜を成膜する場合は、成膜方法に特に制限はないが、該酸化シリコン膜と別の膜とが一つのチャンバー内で成膜を行なうことは、好ましい製造方法である。一つのチャンバー内で 2 層を続けて成膜することにより、成膜時間の短縮が図れ、1 層目の表面を汚すことがないため 1 層目と 2 層目の密着性が高いからである。

## 【 0 0 2 2 】

## （実施形態 1）

以下、図に基づき本発明にかかる実施例を具体的に説明する。図 1 に本発明にかかる半導体レーザ装置の一実施形態を示す。本実施形態の半導体レーザ装置は、図 1 に示すように、レーザチップ 1 の主出射面側 1 a に主出射面側保護膜 1 0

0として酸化シリコン膜100aが設けられ、レーザチップ1の後面側1bに後面側保護膜101として、第1層と第3層がアルミナ膜101b、第2層と第4層がアモルファスシリコン膜101c、第5層がアルミナ膜101dの5層からなる多層高反射膜が形成されている。

#### 【0023】

本実施形態の半導体レーザ装置は、以下のようにして作成する。まず、図11に示すように、レーザバー12をレーザバー固定装置13に電極面を重ねるようにセットする。このとき、すべてのレーザバー12において、レーザバー12の主出射面側1aおよび後面側1bが同じ向きとなるようにセットする。次に、レーザバー固定装置13に固定されたレーザバー12の主出射面側1aに主出射面側保護膜100として酸化シリコン膜100aの形成を行なう。成膜速度は0.01nm～0.5nm、成膜時基板温度は250℃～300℃とする。

#### 【0024】

図2に本実施形態における酸化シリコン膜厚に対する反射率の変化を示す。レーザ発振波長が780nm、酸化シリコン膜100aの屈折率が1.70、レーザチップ活性層2の屈折率が3.50であるとき、酸化シリコン膜100aの膜厚dの変化により、酸化シリコン膜100aの反射率は図2のように変化する。図2からわかるように、主出射面側1aの反射率を11%～17%とするためには、酸化シリコン膜の膜厚は62nm～75nm、154nm～168nmとする。

#### 【0025】

上記主出射面側1aの成膜を完了した後、レーザバー固定装置13を180°反転させて、図1に示すように、レーザチップ1の後面側1bに多層高反射の後面側保護膜101として厚さ $\lambda/4$ のアルミナ膜101b、アモルファスシリコン膜101c、アルミナ膜101b、アモルファスシリコン膜101c、厚さ $\lambda/2$ のアルミナ膜101dを順次成膜する。

#### 【0026】

##### (実施形態2)

図3に本発明にかかる半導体レーザ装置の別の一実施形態を示す。本実施形態

の半導体レーザ装置は、図3に示すように、レーザチップ1の主出射面側1aに主出射面側保護膜100として第1層目に厚さ10nmの酸化シリコン膜100e、第2層目にアルミナ膜100fが設けられ、レーザチップ1の後面側1bに後面側保護膜101として、実施形態1と同様の多層高反射膜が形成されている。

#### 【0027】

本実施形態の半導体レーザ装置の作成については、実施形態1と同様にしてレーザバー12をレーザバー固定装置13に固定した後、固定されたレーザバー12の主出射面側1aに主出射面側保護膜100として、酸化シリコン膜100e（厚さ10nm）およびアルミナ膜100fを順次成膜する。

#### 【0028】

図4に本実施形態における酸化シリコン膜とアルミナ膜の総膜厚に対する反射率の変化を示す。レーザ発振波長が780nm、酸化シリコン膜100eの屈折率が1.70、アルミナ膜100fの屈折率が1.60、レーザチップ活性層2の屈折率が3.50であるとき、酸化シリコン膜100eとアルミナ膜100fの総膜厚の変化により、主出射面側保護膜100の反射率は図4のように変化する。したがって、主出射面側1aの反射率を11%~17%とするためには、アルミナ膜の膜厚は67nm~82nm、162~177nmとする。

#### 【0029】

##### （実施形態3）

図5に本発明にかかる半導体レーザ装置のまた別の実施形態を示す。本実施形態の半導体レーザ装置は、図5に示すように、レーザチップ1の主出射面側1aに主出射面側保護膜100として実施形態2と同様の2層の膜が設けられ、レーザチップ1の後面側1bに後面側保護膜101として、実施形態1における1層目のアルミナ膜101bに替えて、1層目に厚さ10nmの酸化シリコン膜101e、2層目にアルミナ膜101gが設けられ、その上に3層目と5層目がアモルファスシリコン101c、4層目がアルミナ膜101b、6層目がアルミナ膜101dである多層高反射膜が形成されている。

#### 【0030】

本実施形態の半導体レーザ装置の作成については、実施形態 1 と同様に主出射面側 1 a の成膜を完了した後、レーザバー固定装置 1 3 を  $180^\circ$  反転させてもう一方の光出射端面側である後面側 1 b に多層高反射の後面側保護膜 1 0 1 として、1 層目に酸化シリコン膜 1 0 1 e (厚さ  $10\text{ nm}$ ) を成膜し、その上に続けてアルミナ膜 1 0 1 g を成膜する。膜厚は、1 層目の酸化シリコン膜と 2 層目のアルミナ膜の反射率が最小となるように 2 つの膜の膜厚の和が  $\lambda/4$  となるようにする。レーザ波長  $780\text{ nm}$  に対して、酸化シリコン膜 1 0 1 e の屈折率が 1.7、アルミナ膜 1 0 1 g の屈折率が 1.6 であるとき、アルミナ膜 1 0 1 g の膜厚は  $110\text{ nm}$  となる。さらにその上に、実施態様 1 および実施態様 2 と同様に多層高反射の後面側保護膜 1 0 1 として厚さ  $\lambda/4$  のアルミナ膜 1 0 1 b、アモルファスシリコン膜 1 0 1 c、アルミナ膜 1 0 1 b、アモルファスシリコン膜 1 0 1 c、厚さ  $\lambda/2$  のアルミナ膜 1 0 1 d を順次成膜する。

#### 【0031】

なお、酸化シリコン膜の上に形成させる安定な膜としては、アルミナだけでなく  $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$  などを用いることも可能である。また、後面側の 1 層目をすべて酸化シリコン膜としても有効であることはいうまでもない。

#### 【0032】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明でなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【0033】

##### 【発明の効果】

本発明にかかる半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子の端面保護膜として半導体レーザ素子結晶の少なくとも一方に接して形成された酸化シリコン膜を有することにより、レーザ光の消衰係数を小さくして膜厚のバラツキによる COD レベルの低下を抑えることができる。また、光出射端面への Au の拡散を防止することにより、レーザ端面近傍でのリーク電流が抑えられ、レーザ素子の発振特性に悪影響を及ぼさない。また、蒸着時の酸素の発生が少ないため、レーザ端面へ

のダメージが少なくレーザ素子の信頼性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態を示す概略図である。

【図 2】 本発明の一実施形態における酸化シリコン膜厚に対する反射率の変化を示す図である。

【図 3】 本発明の別の実施形態を示す概略図である。

【図 4】 本発明の別の実施形態における酸化シリコン膜とアルミナ膜の総膜厚に対する反射率の変化を示す図である。

【図 5】 本発明のまた別の実施形態を示す概略図である。

【図 6】 従来の代表的な半導体レーザ装置の概略図である。

【図 7】 従来の代表的な光出力 2 0 m W 以上の高出力レーザ装置の概略図である。

【図 8】 従来の別の高出力半導体レーザ装置の概略図である。

【図 9】 半導体レーザ装置における保護膜形成方法の説明図である。

【図 1 0】 図 9 に続く保護膜形成方法の説明図である。

【図 1 1】 図 1 0 に続く保護膜形成方法の説明図である。

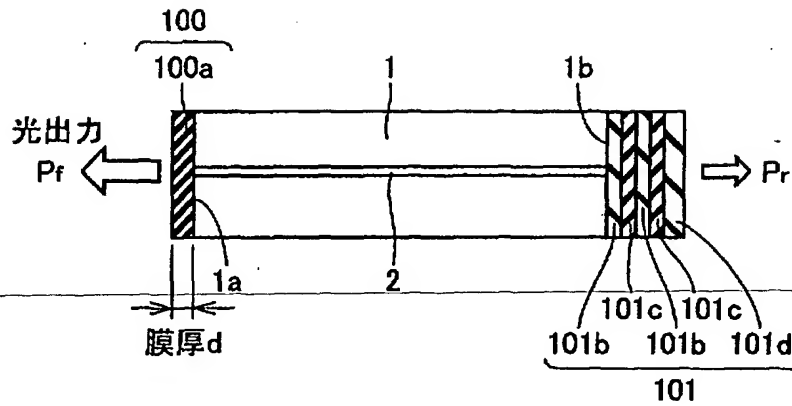
【図 1 2】 シリコン膜と A u 電極の反応による主出射面側への A u の拡散を説明する図である。

【符号の説明】

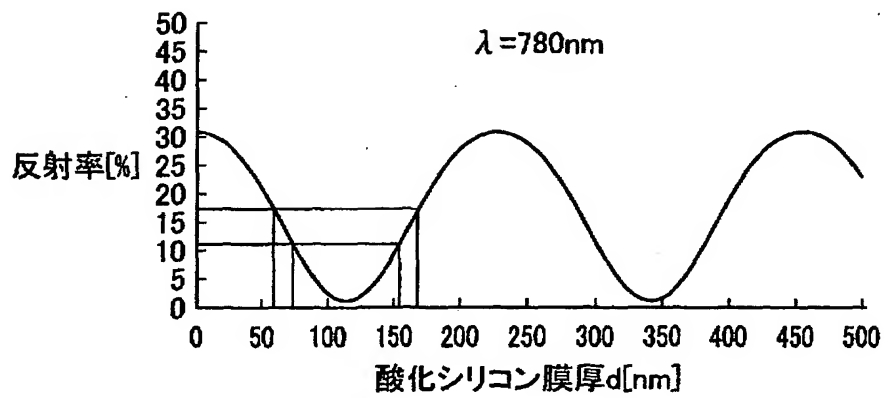
1 レーザチップ、1 a 主出射面側、1 b 後面側、2 レーザチップ活性層、2 a 発光点位置、3 半導体レーザウエハ、4, 4', 5 電極、6 S i と反応した A u、1 0 発光部、1 1 ヘキ開線、1 2 レーザバー、1 3 レーザバー固定装置、1 0 0 主出射面側保護膜、1 0 1 後面側保護膜、1 0 0 a, 1 0 0 e, 1 0 1 e 酸化シリコン膜、1 0 0 i シリコン膜、1 0 1 c アモルファスシリコン膜、1 0 0 f, 1 0 0 h, 1 0 1 b, 1 0 1 d, 1 0 1 g, 1 0 1 h アルミナ膜。

【書類名】 図面

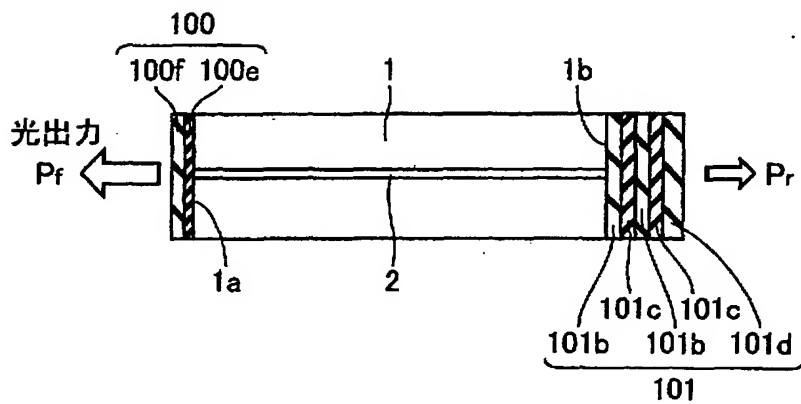
【図 1】



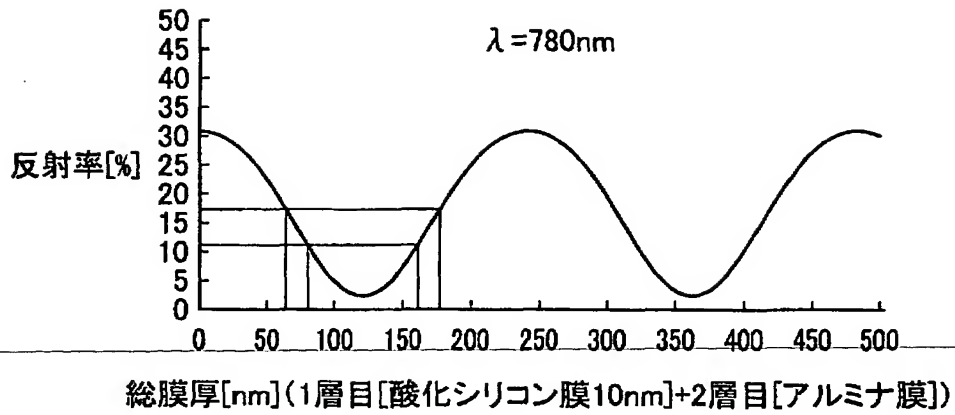
【図 2】



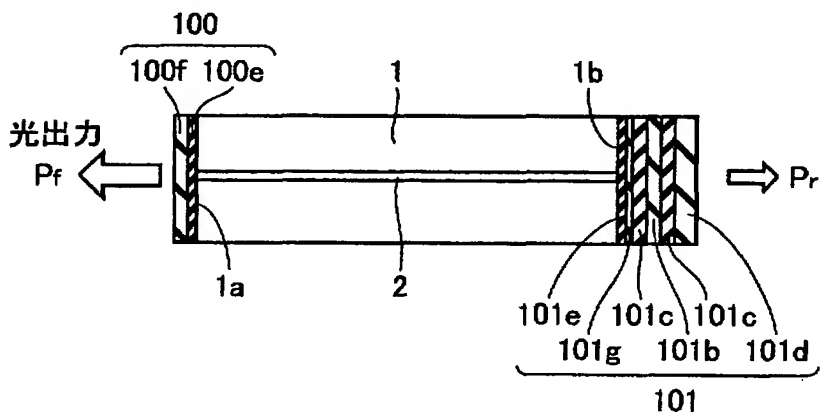
【図 3】



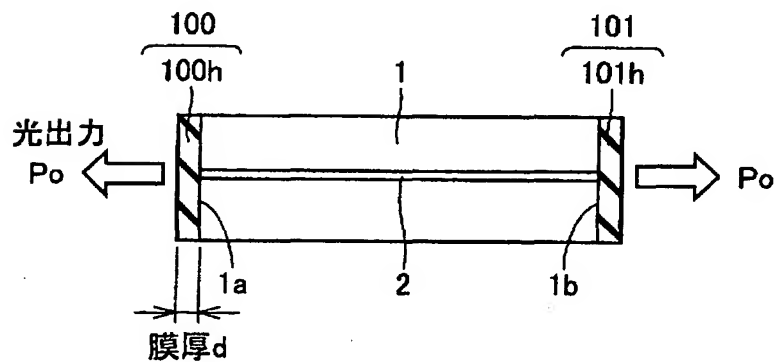
【図 4】



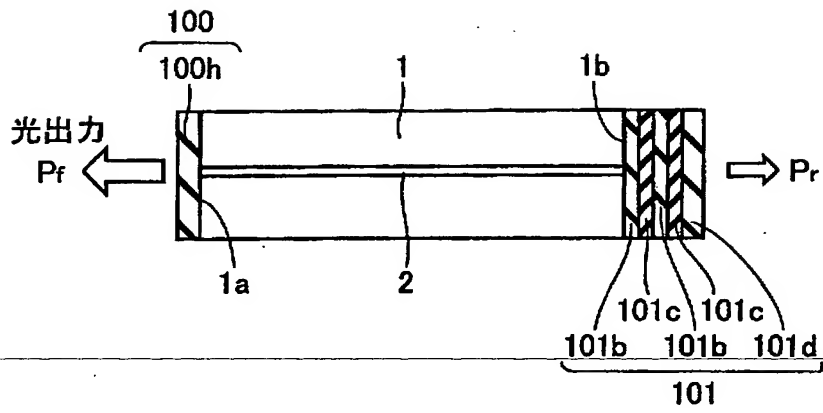
【図 5】



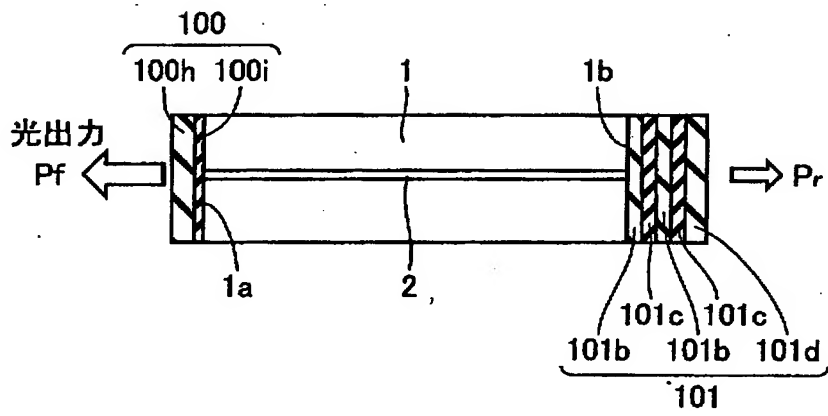
【図 6】



【図 7】

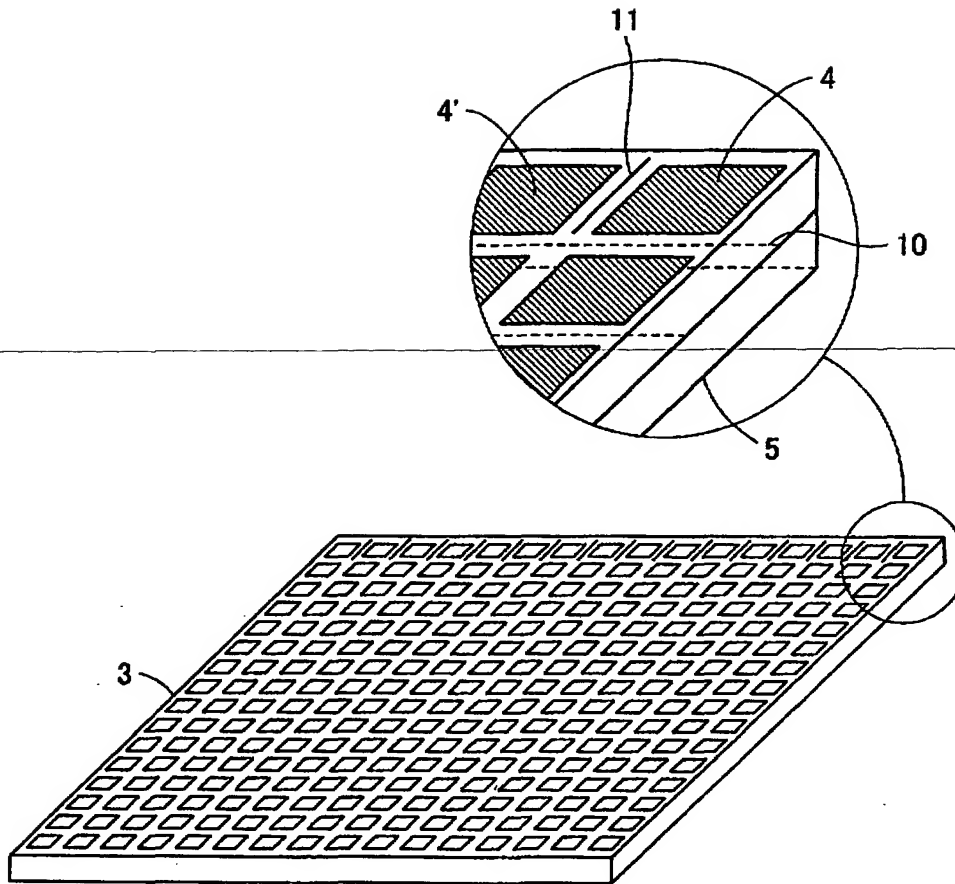


【図 8】

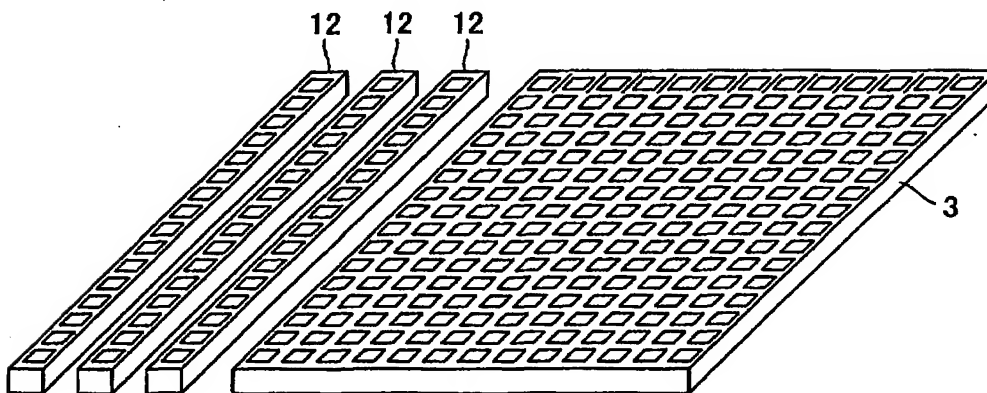




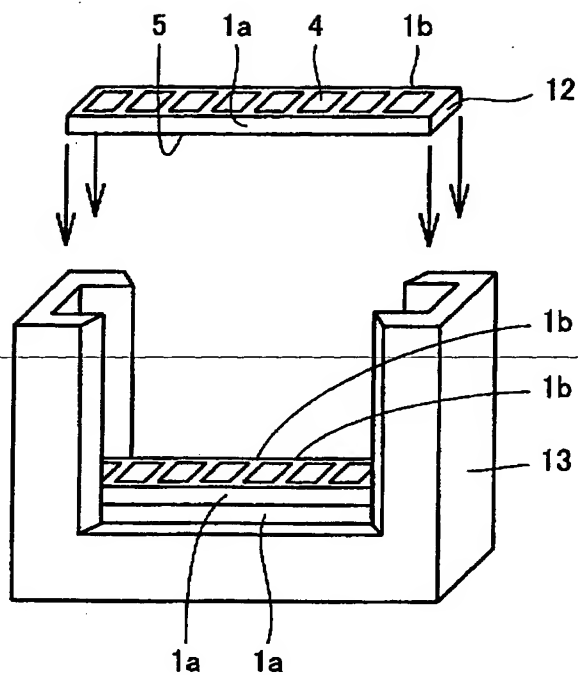
【図9】



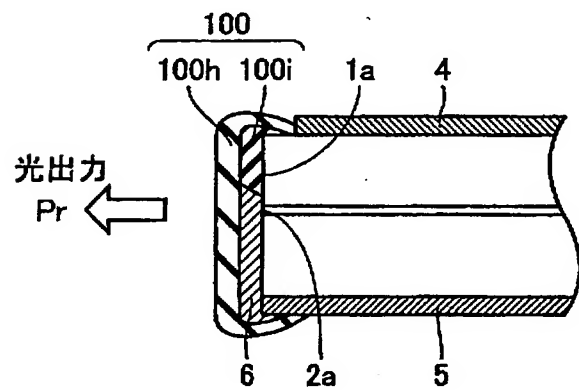
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CODレベルの低下が少なく、レーザ素子の信頼性の高い、端面保護膜が形成された半導体レーザ装置を提供する。

【解決手段】 本発明にかかる半導体レーザ装置は、半導体レーザ素子の端面保護膜として半導体レーザ結晶の少なくとも一方に接して形成された酸化シリコン膜を有する。たとえば、レーザチップ1の主出射面側1aに接して形成された酸化シリコン膜100aを有する。かかる酸化シリコン膜の屈折率は、1.6以上であることが好ましい。また、酸化シリコン膜の外側に別の膜を形成することも可能である。また、酸化シリコン膜は、抵抗加熱蒸着法により成膜されることが好ましい。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[ 変更理由 ] 新規登録

---

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号  
氏 名 シャープ株式会社